

Intercomparaison des flux de trichloréthylène gazeux mesurés avec différents dispositifs à l'interface sol-atmosphère et dans l'air atmosphérique proche surface

- S. COTEL, G. SCHAFFER, S. TRAVERSE -



Intérêt de la mesure des flux de polluant

- Impact d'une pollution sur l'air induit par l'existence d'un flux de polluant
- Apporte des informations complémentaires à celles données par les mesures de concentrations :
 - localisation et caractérisation des zones émissives
 - dimensionnement de diagnostics gaz du sol ou atmosphère
 - dimensionnement de mesures de gestion, vérification de leur mise en œuvre et surveillance de l'évolution des transferts
 - aide à l'évaluation de futures expositions
 - compréhension des teneurs mesurées dans l'air et des transferts

Plan de la présentation

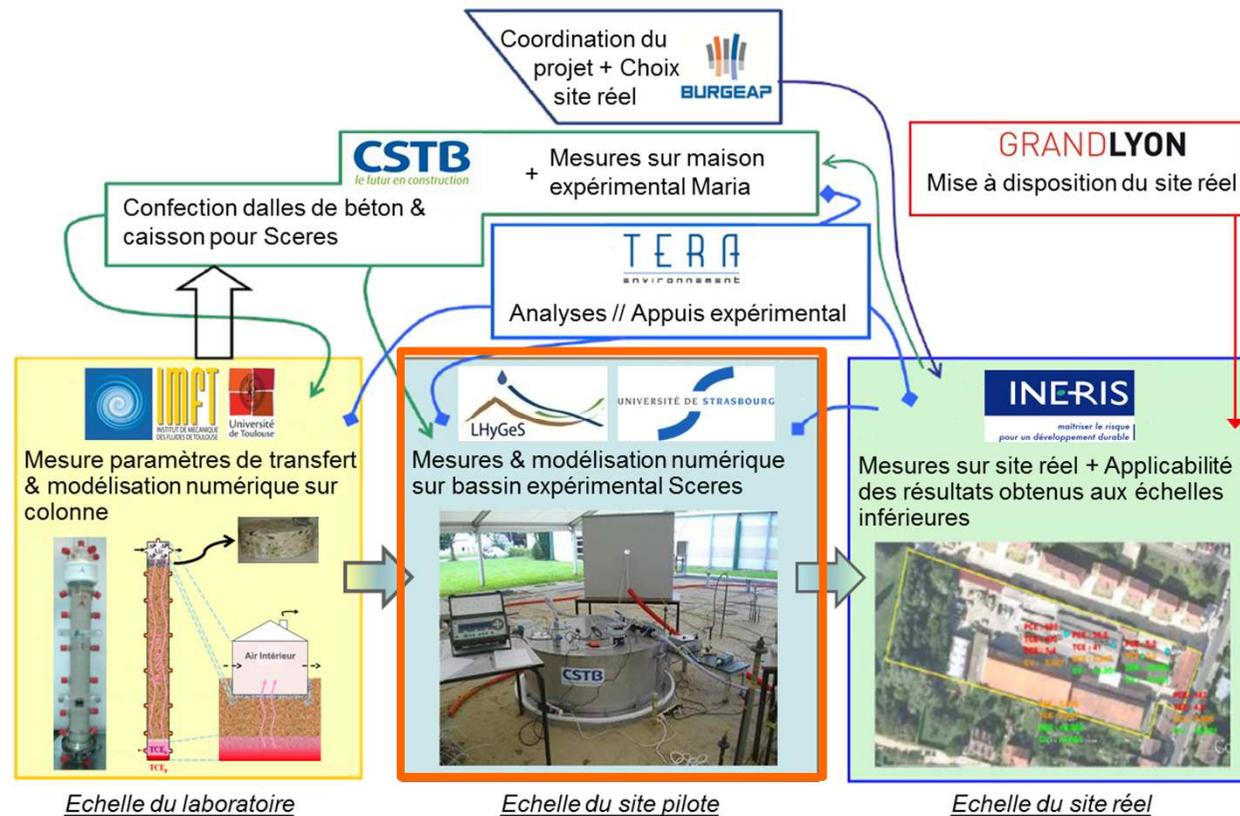
- Contexte de l'étude menée à l'échelle d'une plateforme expérimentale
- Approches expérimentales mises en œuvre
- Résultats
- Conclusions

Contexte de l'étude



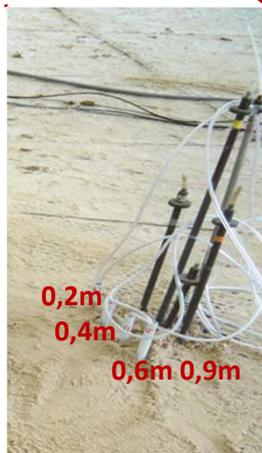
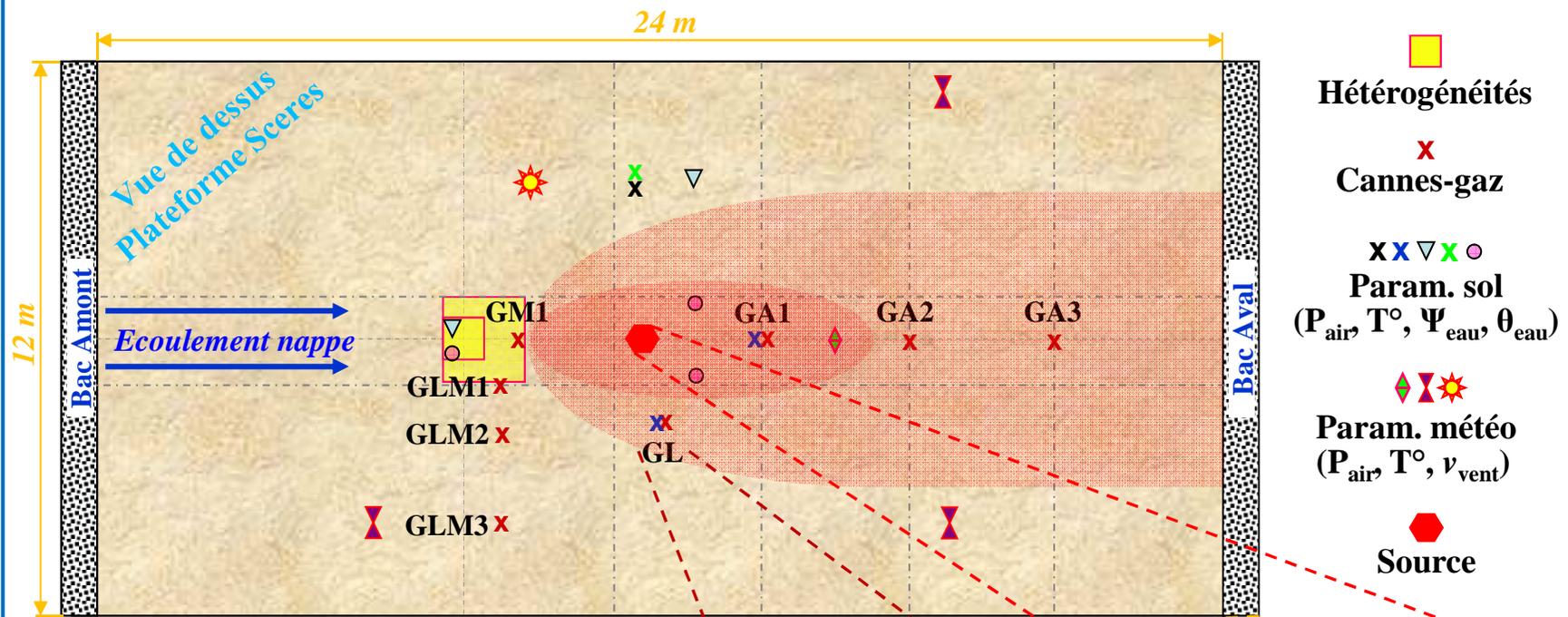
Spécificités des travaux menés au Lhyges

Fluxobat (PRECODD 2008) "Développement d'outils pour l'évaluation des transferts de COV depuis une source dans le sol vers l'air atmosphérique & l'air intérieur des bâtiments"



Une étude à une échelle intermédiaire entre laboratoire et site réel
➤ situation quasi-réelle avec contrôle des conditions expérimentales

Plateforme expérimentale Sceres



Approches expérimentales d'évaluation des flux mises en œuvre



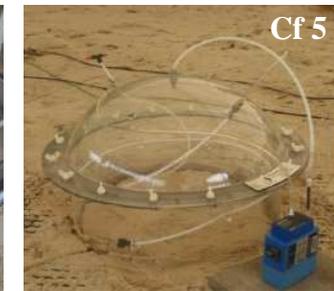
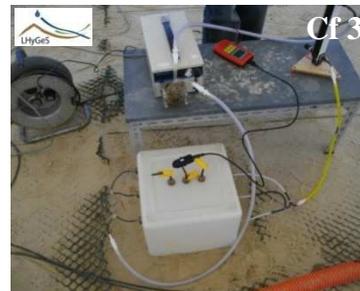
Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur

Ch. à flux

1 • Mesures directes à l'interface sol/air

→ 5 chambres à flux

✓ 3 méthodes : sans accumul. avec recirc. (CA) $Flux_{diff}(0) = \frac{m_{chambre} + m_{adsorbée}}{S_{chambre} \times t_{pompage}}$
avec accumul. avec et sans recirc.



	Surface (m ²)	Volume (m ³)
Cf 1	0,066	0,0032
Cf 2	0,073	0,019
Cf 3	0,088	0,021
Cf 4	0,25	0,028
Cf 5	0,20	0,064

+ : mesure directe

- : uniquement flux diffusif

Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur

Multi- niv.

Veine

1 • Mesures directes à l'interface sol/air

→ 5 chambres à flux

2 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air proche S.

→ préleveur multi-niveaux (écoulement libre)

✓ méthode aérodynamique

(Parmele et al., 1972 ... Sandy et al., 2013)

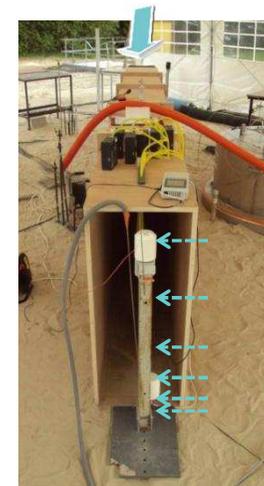
$$Flux_{tot}(z_m) = - \frac{k^2 \cdot C_2 - C_1 \cdot (u_2 - u_1)}{\phi_m \cdot \phi_p \left(\ln \left(\frac{z_2}{z_1} \right) \right)^2} \quad \phi_p = \phi_m^2 = (1 - 16 Ri)^{-0.5} \quad Ri \equiv \frac{g \cdot (T_2 - T_1) \cdot (z_2 - z_1)}{T_m \cdot (u_2 - u_1)^2}$$

(Conditions instables)

+ : flux total, ne perturbe pas système étudié

- : source de pollution étendue, profil de vent non perturbé

→ veine expérimentale (écoulement contrôlé, 5 modules)



Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur

Piézair

1 • Mesures directes à l'interface sol/air

→ 5 chambres à flux

2 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air proche S.

→ préleveur multi-niveaux

→ veine expérimentale

3 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air des sols

→ piézair (avec possibilité mesure pression de l'air du sol)

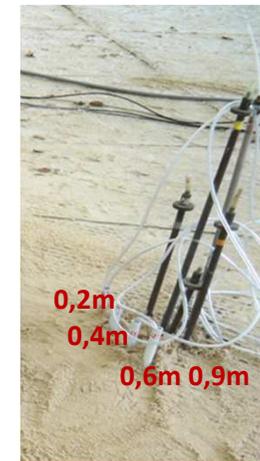
✓ expression semi-analytique du flux total

$$Flux_{tot}(z_m) = \underbrace{-\theta_a \tau_a D_a^0 \frac{dC_a}{dz}}_{\text{Part diffusive (Fick)}} + C_a \underbrace{\left(-\frac{k_{ra} k^*}{\mu_a} \left[\frac{dP_{ma}}{dz} + g(\rho_a - \rho_{air}) \right] \right)}_{\text{Part convective}}$$

Part diffusive (Fick)

Part convective

+ : flux total - : coût, invasif, choix profondeur mesures



Résultats expérimentaux

- 1 → Intercomparaison flux mesurés à l'interface sol/air par \neq chambres à flux
- 2 → Comparaison flux atmosphériques / flux interface sol/air



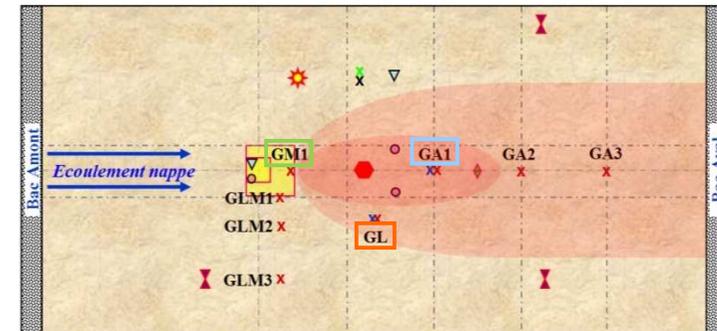
Comparaison des flux mesurés à l'interface sol/air par différentes chambres à flux

Ch. à flux

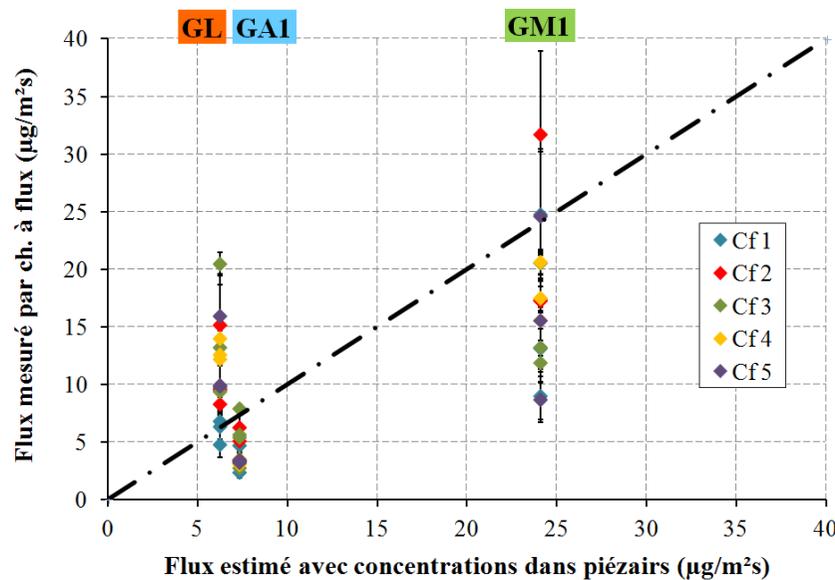
Piézair

- Expériences de confrontation :
 - 5 chambres à flux - 3 méthodes
 - 3 emplacements
 - mesures successives

➔ 45 (+3) mesures de flux sur Sceres



- Résultats impact de la géométrie de la chambre :



➤ des flux mesurés sensiblement différents mais du même ordre de grandeur

➤ pas de lien entre géométrie et flux mesuré

Comparaison des flux mesurés à l'interface sol/air par différentes chambres à flux

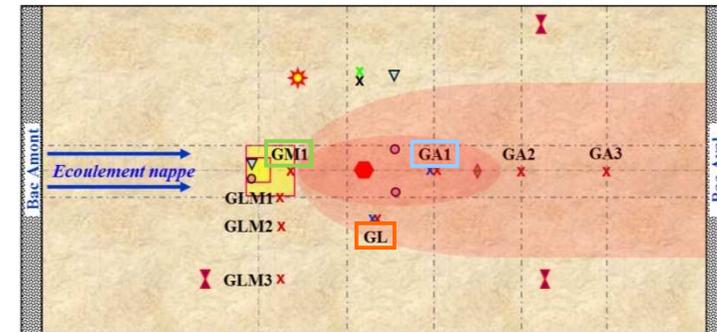
Ch. à flux

Piézair

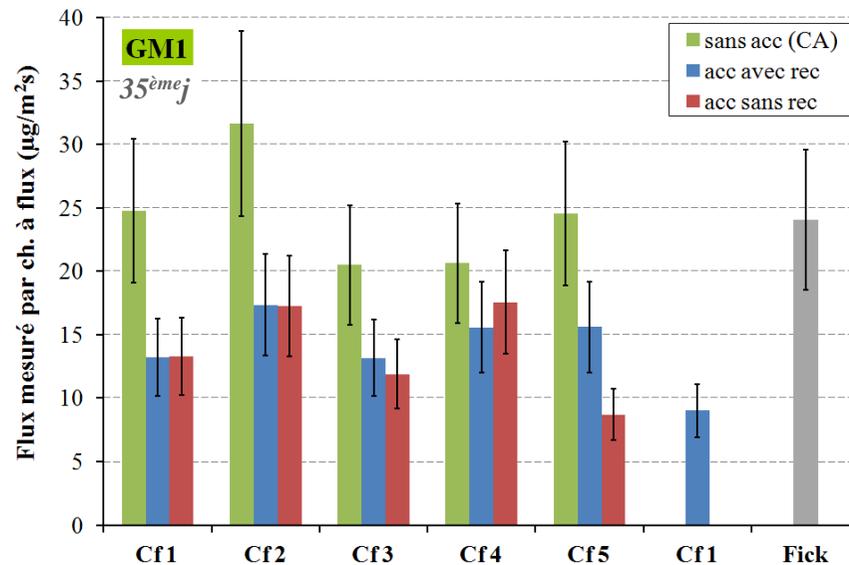
Expériences de confrontation :

- 5 chambres à flux - 3 méthodes
- 3 emplacements
- mesures successives

→ 45 (+3) mesures de flux sur Sceres



Résultats impact de la méthode de mesure :



↘ si accumulation pas d'impact de la recirculation sur flux mes. +16%

↘ sans accumulation flux mes. plus importants +72%

↘ importance du control de ΔP

GM1 : $-0,37\text{Pa} < \Delta P < 0,48\text{Pa}$

GL : $-0,67\text{Pa} < \Delta P < 2,23\text{Pa}$

Evaluation des flux atmosphériques et comparaison avec les flux à l'interface sol/air

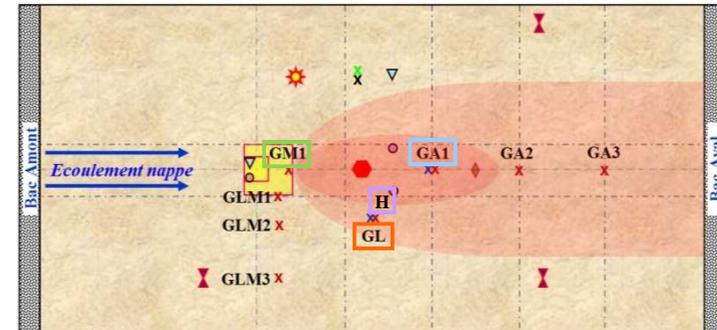
Multi-niv.

Ch. à flux

Expériences réalisées :

- préleveur multi-niv. - 4 emplacements
- comparaison chambre à flux Cf 3

→ 53 profils de concentrations mesurés



Résultats :

Point	Nbre de j. ap inj.	Flux ($\mu\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	
		Atm	Sol/air
GM1	6 ^{ème}	5,2	5,2
	33 ^{ème}	2,8	27,7
	60 ^{ème}	0,33	-
GL	19 ^{ème}	0,33	-
	20/21 ^{ème}	0,22	1,1
	31/32 ^{ème}	4,9	2,5
	33 ^{ème}	1,3	6,8
GA1	16 ^{ème}	0,64	0,97
	20/19 ^{ème}	0,18	1,6
	60/62 ^{ème}	2,6	5,1

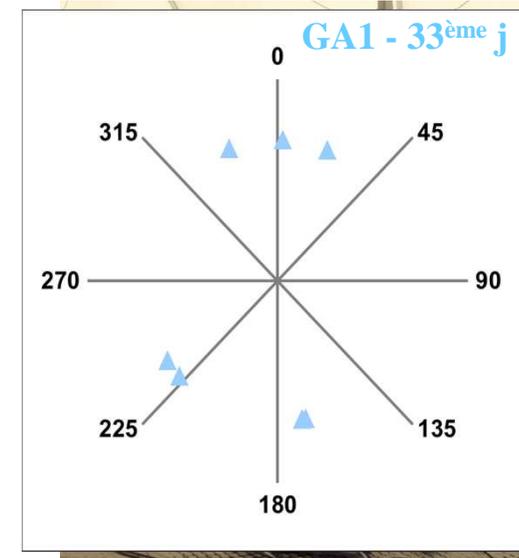
+ 3 profils H

- nombreux profils mesurés mais peu d'exploitable

→ écoulement de l'air fortement perturbé

- configuration de la pollution peu adaptée

- conditions atmsp. changeantes



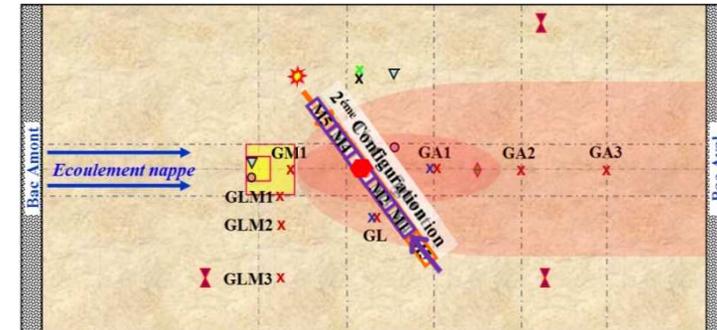
Evaluation des flux atmosphériques

Veine

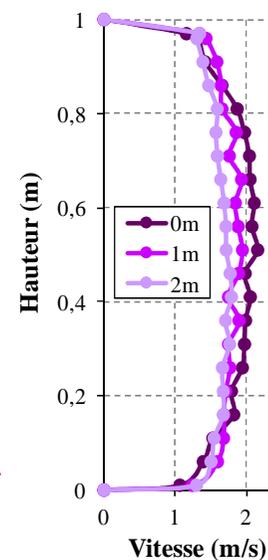
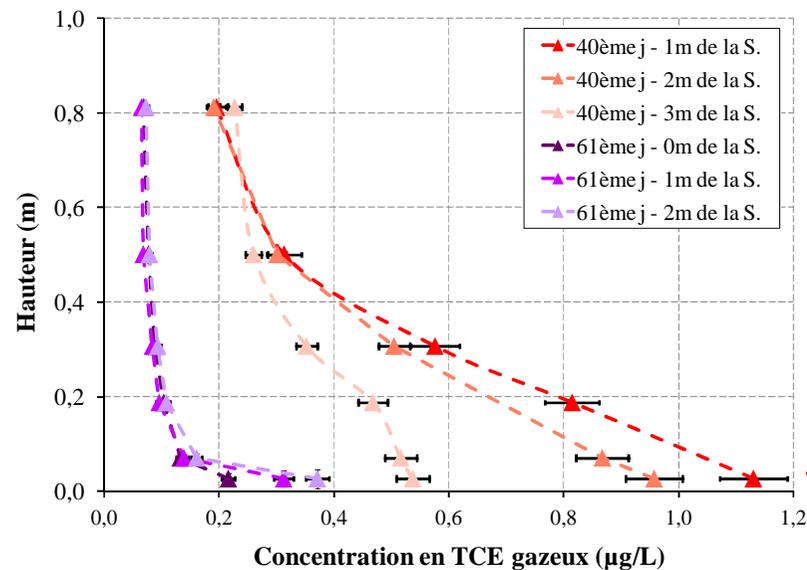
Expériences réalisées :

- veine (M3, M4 & M5)
- 2 configurations veine - 2 réplicats
- comparaison chambre à flux Cf 3

➔ 12 profils de concentrations mesurés



Résultats :



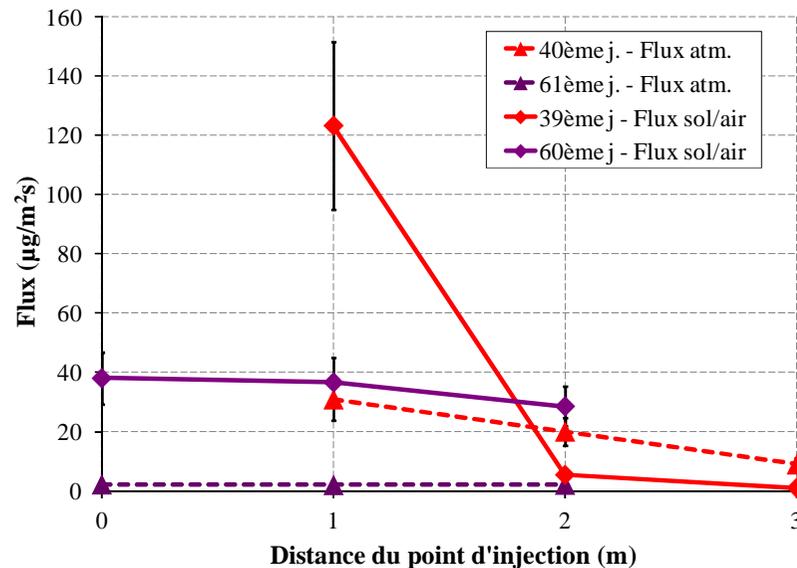
- profils de concentration correctement décrits
- profils très différents
- profils de vitesse de vent établi
- $F_{atm}(61^{ème}) < F_{atm}(40^{ème})$

Comparaison entre les flux atmosphériques et les flux à l'interface sol/air

Veine

Ch. à flux

● Résultats :



✓ flux suivant la même tendance mais répartition spatiale lissée

✓ 39/40^{ème} : flux du même ordre de grandeur

✓ 60/61^{ème} : un ordre de grandeur d'écart

● Conclusions :

- évaluation des flux raisonnables par la méthode aérodynamique au regard des conditions d'application relativement mal respectées

Conclusions



Conclusions

- Sur les techniques expérimentales permettant d'accéder aux flux :

- chambre à flux, outil très pertinent pour discriminer zones émissives

- 1- pas de lien entre géométrie de la chambre et flux mesurés

- 2- si accumulation du polluant, pas d'impact conditions de circulation air

- 3- sans accumulation du polluant, flux mesurés plus importants

- air extérieur, mesures chambres à flux particulièrement intéressantes

- air intérieur, mesures chambres à flux un peu plus délicates à utiliser

- évaluation des flux via profil de concentration dans l'air moins précise que mesure directe via chambre à flux mais technique prometteuse en cas de grandes surfaces émissives

- Recommandations lors des mesures de flux via des chambres à flux :

- ΔP ➤ quantité de mesures (hétérogénéités...) ➤ saturation en eau

- évolution niveau piézométrique (pompage, marée...)